

## Beschreibung

Verfahren und Steuerungssystem zum Betrieb einer mehrere Kom-  
ponenten umfassenden technischen Anlage, insbesondere einer  
5 Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Steuerungssystem zum  
Betrieb eine mehrere Komponenten umfassenden technischen An-  
lage, wobei während des Betriebs der technischen Anlage jede  
10 Komponente, die in oder außer Betrieb geht, eine Bewertung  
mindestens einer anderen Komponente mit einer Wertzahl aus-  
löst, die Wertzahlen jeder Komponente aufsummiert werden und  
aus den aufsummierten Wertzahlen diejenigen Komponenten er-  
mittelt werden, welche als nächstes zu- oder abzuschalten  
15 sind.

Bevorzugt ist die technische Anlage eine Verbrennungsanlage  
zum Erzeugen elektrischer Energie.

20 Technische Anlagen umfassen in der Regel mehrere Komponenten,  
welche z.B. entweder jeweils eine spezielle Funktion der  
technischen Anlage realisieren oder welche gemeinschaftlich  
eine bestimmte Funktion erfüllen.

25 Ein Beispiel für eine technische Anlage, bei der Komponenten  
mit unterschiedlichen Funktionen zusammenwirken, ist z.B. ein  
Kraftwerk zum Erzeugen von elektrischer Energie. Um in einer  
derartigen technischen Anlage elektrische Energie erzeugen zu  
können, ist das Zusammenspiel zahlreicher Komponenten mit je-  
30 weils unterschiedlicher Aufgabe notwendig:

Als wichtigste Komponenten seien hier z.B. die Turbinen, die  
Generatoren, die Schutzsysteme und das Leitsystem genannt.  
Ein effizienter Betrieb einer derartigen technischen Anlage  
35 ist nur möglich, wenn der Einsatz der genannten Komponenten  
aufeinander abgestimmt ist.

## 2

In modernen technischen Anlagen wird das genannte Zusammenspiel der Komponenten der technischen Anlage üblicherweise durch ein computergestütztes Leitsystem koordiniert und überwacht. Der Automatisierungsgrad ist dabei oftmals sehr hoch, so dass menschliche Eingriffe in den Betrieb der technischen Anlage nur noch dann notwendig sind, wenn die automatische Steuerung einen aktuellen Betriebszustand der technischen Anlage beherrschen muss, für den in den Steuerungsprogrammen des Leitsystems keine Lösung oder Verfahrensweise vorgesehen ist. Es kann sich dabei z.B. um Störfälle handeln, welche beim Entwurf des Leitsystems nicht in allen Einzelheiten berücksichtigt werden konnten, aber auch um an sich - aus menschlicher Sicht - einfache Betriebsübergänge während des Betriebs der technischen Anlage, welche aber oftmals nur mit erheblichem Aufwand als steuerungstechnische Programme abgebildet werden können. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn während des Betriebs der technischen Anlage eine Vielzahl von möglichen Betriebszuständen auftreten kann und es aus jedem dieser Betriebszustände möglich sein soll, einen gewünschten Betriebszustand zu erreichen.

Ein Steuerungsprogramm müsste dann für jeden dieser möglichen Betriebszustände zugehörige Steueranweisungen enthalten, um den gewünschten Betriebszustand anzufahren. Die Erfassung aller möglichen Betriebszustände einer technischen Anlage in einem Steuerprogramm ist oftmals vorab nicht möglich, so dass in manchen Fällen das Betriebspersonal der technischen Anlage das Bedienen der Komponenten der technischen Anlage manuell übernehmen muss.

30

Bei einer technischen Anlage, bei der eine Anzahl von Komponenten zusammenwirken, um eine bestimmte Funktion zu erfüllen, liegen die vorher beschriebenen Probleme ähnlich. Ein Beispiel für eine derartige technische Anlage ist eine Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie, welche eine Mehrzahl von in einem Brennraum angeordnete Brenner umfasst. Der Einsatz der Brenner soll dabei derart ge-

35

schehen, dass der zugeführte Brennstoff möglichst effizient ausgenutzt wird, um eine geforderte Menge an elektrischer Energie zu erzeugen und die Anlage wirtschaftlich zu betreiben. Des Weiteren ist ein schonender Betrieb einer derartigen Anlage anzustreben, welcher beispielsweise durch eine gleichmäßige Feuerverteilung im Brennraum erreicht werden kann.

Um den zugeführten Brennstoff möglichst effizient auszunutzen, ist es erforderlich, besonders beim Zu- und Abfahren der technischen Anlage und im Teillastbereich - wenn also nicht die maximal mögliche Erzeugungsmenge an elektrischer Energie von der Verbrennungsanlage abgefordert wird und alle Brenner gleichzeitig feuern -, die Brenner derart gezielt zu- bzw. abzuschalten, dass eine möglichst gleichmäßige Feuerverteilung im Brennraum zu jedem Zeitpunkt des Betriebs der technischen Anlage gewährleistet ist.

Die Betriebspraxis vieler Kraftwerke zeigt, dass z.B. bei der Lösung des oben genannten Problems der gleichmäßigen Feuerverteilung in einem Brennraum oftmals auf eine automatische Zu- bzw. Abschaltung der Hauptbrenner verzichtet wird, da die üblicherweise zur Lösung derartiger Aufgaben eingesetzten Verknüpfungs- oder Schrittsteuerungen nur mit sehr großem Aufwand realisierbar sind, wobei die dabei gegebenenfalls eingesetzten Steuerprogramme darüber hinaus sehr unübersichtlich sind. Der hohe Aufwand ist darin begründet, dass beim Betrieb einer Verbrennungsanlage mit einer Mehrzahl von Brennern praktisch jeder Betriebszustand zwischen Leerlauf und Volllast einschließlich der zugehörigen Zu- und Abfahrvorgänge vorliegen kann. Ein Steuerprogramm müsste dann für jeden dieser zahlreichen Betriebszustände entsprechende Steueranweisungen ausführen können, um einen effizienten Betrieb der technischen Anlage zu gewährleisten.

Um das beschriebene Problem des hohen Aufwands wenigstens teilweise zu umgehen, sind in vielen Kraftwerken Verknüpfungs- und Schrittsteuerungen im Einsatz, bei welchen nur für

eine Untermenge aller möglichen Betriebszustände entsprechende Steuerbefehle vorgesehen sind. Durch diese bewusste Beschränkung auf definierte Betriebsfälle sind derartige Steuerung jedoch wenig flexibel und menschliches Eingreifen ist  
5 weiterhin für all diejenigen Betriebsfälle notwendig, für die in den Steuerungen keine Steuerbefehle vorgesehen sind. Um z.B. das Problem einer gleichmäßigen Feuerverteilung in einem Brennraum einer Verbrennungsanlage zu lösen, sind auch Lösungen denkbar, bei welchen zusätzliche Messvorrichtungen vorgesehen sind, z.B. zur Messung des Temperaturprofils im Brenn-  
10 raum, um dann diese Messungen auszuwerten und damit den Einsatz der Brenner zu steuern.

Nachteilig dabei ist, dass zusätzliche Einrichtungen, wie  
15 z.B. die genannten Messeinrichtungen zur Ermittlung des Temperaturprofils, notwendig sind. Weiterhin müssen diese zusätzlichen Messungen ausgewertet werden, um daraus Steuerbefehle für den Einsatz der Brenner abzuleiten. Der Zusatzaufwand ist dabei oftmals beträchtlich. Außerdem werden der  
20 technischen Anlage durch das Hinzufügen von zusätzlichen Messeinrichtungen Störquellen aufgezwungen, welche bei Nichtfunktion zum Stillstand der technischen Anlage führen können.

Aus der WO02/052199 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung (siehe FIG 1) bekannt, mittels welcher ein wirtschaftlicher Betrieb einer mehrere Komponenten umfassenden technischen Anlage dadurch erreicht wird, dass laufend durch jede Komponente, die in oder außer Betrieb geht, eine Bewertung mindestens einer anderen Komponente mit einer Wertzahl ausgelöst wird, die  
25 Wertzahlen jeder Komponente aufsummiert werden und aus den aufsummierten Wertzahlen diejenigen Komponenten ermittelt werden, welche als nächstes zu- oder abzuschalten sind.  
30

Die in dieser Schrift offenbarten Verfahren und Vorrichtungen  
35 gestatten ausgehend von einem aktuellen Betriebszustand der Komponenten die Ermittlung von Zu- und/oder Abschaltbefehlen für Komponenten, so dass ein gewünschter Betriebszustand der

technischen Anlage erreicht wird. Beispielsweise wird bei einer Feuerungsanlage durch die eingesetzten Brenner ein symmetrisches Flammenbild gebildet.

- 5 Dies wird dadurch erreicht, dass jeder Komponente mindestens eine Wertzahl bezüglich ihrer Anordnung in der technischen Anlage zugeordnet wird, sowie mindestens eine weitere Wertzahl, welche einen Betriebszustand der technischen Anlage umfasst. Für jede Komponente wird dann durch Summenbildung eine  
10 Summenwertzahl ermittelt, so dass aufgrund der Summenwertzahlen der Komponenten ermittelt werden kann, welche Komponenten als nächstes in oder außer Betrieb gehen sollen.

- Nachteilig dabei ist, dass ausgehend von einer sich außer Betrieb befindlichen Anlage (alle Komponenten sind außer Betrieb) oder ausgehend von einer Betriebssituation, in welcher sich alle Komponenten der technischen Anlage in Betrieb befinden, mehrere Möglichkeiten existieren, welche Komponenten als nächstes in oder außer Betrieb gehen sollen. Ganz allgemein gibt es in der Regel auch weitere Betriebszustände der  
20 technischen Anlage, von welchen ausgehend mehrere zueinander gleichwertige Zu- oder Abschaltvarianten möglich sind.

- Ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß der WO02/052199 können in solchen Fällen nicht eindeutig festlegen, welche Komponenten als nächstes zu- oder abgeschaltet werden sollen, um einen gewünschten Betriebszustand zu erreichen.  
25

- Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine entsprechende Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mittels welcher ausgehend von möglichst vielen unterschiedlichen Betriebssituationen der technischen Anlage eindeutig ermittelt werden kann, welche Komponenten als  
30 nächstes zu- oder abzuschalten sind.

- 35 Bezüglich des Verfahrens wird die Aufgabe durch ein gattungsgemäßes Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei

mindestens eine Komponente mindestens ein Initialisierungswert zugeordnet und dieser Initialisierungswert zu den aufsummierten Wertzahlen der Komponente addiert wird.

- 5 Dieser Initialisierungswert verändert dabei den Summenwert der Wertzahlen mindestens einer Komponente. Ein anfänglich symmetrischer Betriebsfall der technischen Anlage, welcher sich ursprünglich auch in einer symmetrischen Verteilung der Summenwerte der Komponenten widergespiegelt hat, wird dadurch  
10 bezüglich der Verteilung der Wertzahlen zumindest leicht unsymmetrisch gemacht, so dass aus den erfindungsgemäß ermittelten Summenwerten, welcher der Summe aus den aufsummierten Wertzahlen und den Initialisierungswerten entsprechen, nun eine eindeutige Entscheidung darüber möglich ist, welche Kom-  
15 ponenten als nächstes zu- oder abgeschaltet werden sollen.

Der Initialisierungswert kann dabei bevorzugt eine numerische Konstante umfassen, welche zu den aufsummierten Wertzahlen der entsprechenden Komponente addiert wird.

20

- Dadurch ist sichergestellt, dass die Priorität der Komponente, mit welcher sie in oder außer Betrieb gehen soll, verschoben wird, so dass sich in der weiteren Verarbeitung der Summenwerte der Komponenten ein eindeutiges Ergebnis bezüglich der Zu- oder Abschaltung ergibt.

25

Der Initialisierungswert kann dabei manuell vorgegeben werden oder durch eine vorgeschaltete Verarbeitungseinheit ermittelt sein.

30

- Ferner kann der Initialisierungswert einen konstanten Wert umfassen, welcher nach gewünschter Vorwahl einer oder mehrerer Komponenten an die Summierer der entsprechenden Komponenten übergeben wird. Dadurch kann insbesondere auch erreicht  
35 werden, dass ausgehend von beliebigen Betriebszuständen die Komponenten in beliebiger Reihenfolge zu- und abgeschaltet werden können.

Vorteilhaft wird mindestens einer Komponente mindestens ein Betriebskriterium zugeordnet und dieses Betriebskriterium beeinflusst den Initialisierungswert der Komponente.

5.

Das Betriebskriterium umfasst dabei beispielsweise Informationen über die Betriebsstunden der Anlagenkomponenten. Es kann dann festgelegt werden, dass immer diejenige Komponente mit den meisten Betriebsstunden als erstes wieder in Betrieb  
10 geht. Eine derartige Komponente erhält dann einen vom Betriebskriterium entsprechend beeinflussten Initialisierungswert, welcher wie oben beschrieben zu den aufsummierten Werten der Komponente addiert und die so erhaltene Summe weiter verarbeitet wird.

15

Wenn eine Komponente mit hohen Betriebsstunden in Revision geht, so können nach erfolgter Revision Rücksetzbefehle auf die Betriebskriterien einwirken und diese so verändern, dass beispielsweise ein von den Betriebskriterien umfasster Betriebsstundenzähler zurückgesetzt und damit der Wert des Betriebskriteriums verändert wird.  
20

Neben den beispielhaft genannten Betriebsstunden der Komponenten kann das Betriebskriterium weitere Verschleißkriterien  
25 umfassen. Der Einfluss auf den Initialisierungswert kann beispielsweise dadurch ermittelt werden, dass in einem Maximalwert-Auswahlglied diejenige Komponente ermittelt wird, deren Betriebskriterium den größten oder kleinsten Wert aufweist. Das Betriebskriterium dieser Komponente kann dabei weiterhin  
30 mit einem Referenzwert verglichen werden.

Beispielsweise weist eine Komponente den höchsten Betriebsstundenwert von 10.000 Betriebsstunden auf. Dieser Wert wird dann mit einem Referenzwert von beispielsweise 12.000 Betriebsstunden verglichen. Da der aktuelle Betriebsstundenwert  
35 der Komponente unterhalb des Referenzwerts liegt, spricht nichts dagegen, dass diese Komponente als nächstes wieder in

Betrieb gehen soll und der entsprechende Initialisierungswert wird geeignet gesetzt, beispielsweise als konstanter Wert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird aufgrund von Betriebszustandswerten der Komponenten mit mindestens einer Sollwertvorgabe ein Zu- und/oder Abschaltbefehl für mindestens eine Komponente erteilt.

Bei dieser Ausgestaltung ist sichergestellt, dass automatisch auf geänderte Betriebsanforderungen oder Störungen reagiert werden kann. Beispielsweise kann einer Feuerungsanlage per Sollwertvorgabe eine höhere Leistung abverlangt werden. Als Ausgangspunkt für die Erzeugung von Zu- und/oder Abschaltbefehlen ist dann die Kenntnis des aktuellen Betriebszustands notwendig. Dieser Betriebszustand wird durch die Betriebszustandswerte der Komponenten repräsentiert. Ausgehend von den aktuellen Betriebszustandswerten und der Sollwertvorgabe können dann entsprechende Zu- und/oder Abschaltbefehle abgegeben werden, mittels welcher ein gewünschter Betriebszustand der Komponenten entsprechend der Sollwertvorgabe erreicht wird.

Die Erfindung führt weiterhin zu einem Steuerungssystem zum Betrieb einer mehrere Komponenten umfassenden technischen Anlage, wobei während des Betriebs der technischen Anlage jede Komponente, die in oder außer Betrieb geht, eine Bewertung mindestens einer anderen Komponente mit einer Wertzahl auslöst, die Wertzahlen jeder Komponente aufsummiert werden und aus den aufsummierten Wertzahlen diejenigen Komponenten ermittelt werden, welche als nächstes zu- oder abzuschalten sind, mit mindestens einem Betätigungslogikbaustein, mittels welchem mindestens einer Komponente mindestens ein Initialisierungswert zugeordnet und dieser Initialisierungswert zu den aufsummierten Wertzahlen der Komponente addiert werden kann.

Vorteilhaft umfaßt das Steuerungssystem weiterhin einen Betriebskriterienlogikbaustein, mittels welchem mindestens ei-



ner Komponente mindestens ein Betriebskriterium zugeordnet wird und wobei dieses Betriebskriterium den Initialisierungswert der Komponente beeinflusst.

- 5 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Steuerungssystem eine Schaltlogik, mittels welcher aufgrund von Betriebszustandswerten der Komponenten und mindestens einer Sollwertvergabe ein Zu- und/oder Abschaltbefehl für mindestens eine Komponente erteilbar ist.

10 Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher dargestellt.

Es zeigen:

- 15 FIG 1 ein gattungsgemäßes Steuerungssystem aus dem Stand der Technik, und  
FIG 2 ein erfindungsgemäßes Steuerungssystem.

20 FIG 1 zeigt ein Beispiel aus dem eingangs zitierten Stand der Technik für den Fall, dass Brenner 1 und 2 einer Verbrennungsanlage zugeschaltet worden sind und die dadurch ausgelöste Bewertung anderer Brenner.

25 Die Recheneinheit 20 erhält von den Brennern 1 und 2 jeweils deren Betriebszustandswerte S1 bzw. S2, welche im vorliegenden Fall mindestens die Information tragen, dass der betreffende Brenner 1 bzw. 2 zugeschaltet worden ist.

30 Die Betriebszustandswerte S1 und S2 werden auf Signalvorverarbeitungsstufen VV1 bzw. VV2 der Recheneinheit 20 geschaltet. Die Signalvorverarbeitungsstufen entnehmen die vorher genannte Information aus den Betriebszustandswerten S1 bzw. S2 und ordnen dem beispielhaft vorliegenden Betriebszustand Brenner 1 und 2 zugeschaltet je eine Betriebszustandszahl, beispielsweise den konstanten Wert 1, zu.

35

Die Betriebszustandszahl jedes Brenners wird auf dem jeweiligen Brenner zugeordnete Multiplizierer 30 geschaltet. Als weiteres Eingangssignal erhalten diese Multiplizierer jeweils noch mindestens eine Wertzahl WZ1, WZ2 bzw. WZ3.

5

Diese Wertzahlen WZ1, WZ2 bzw. WZ3 können z.B. den konstanten Werten 6, 3 bzw. 1 entsprechen.

10 Im vorliegenden Fall löst der zugeschaltete Brenner 1 eine Bewertung der anderen Brenner 2, 8, 3, 7, 4 und 6 aus; der zugeschaltete Brenner 2 löst eine Bewertung der anderen Brenner 1, 3, 4, 8, 5 und 7 aus.

15 Die Bewertung durch den zugeschalteten Brenner 1 erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel dadurch, dass die den anderen Brennern 2, 8, 3, 7, 4 und 6 zugeordneten Summierer  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 8$ ,  $\Sigma 3$ ,  $\Sigma 7$ ,  $\Sigma 4$  bzw.  $\Sigma 6$  die Ausgangssignale der Multiplizierer 30 wie in der FIG 2 dargestellt als Eingangssignale erhalten.

20 Jeder der Summierer  $\Sigma 1$ ,  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 3$ , ...  $\Sigma 8$  summiert seine zugehörigen Eingangssignale auf und übergibt den jeweiligen Summenwert an nachgeordnete Signalnachverarbeitungsstufen NV1, NV2, NV3, ... NV8. In den Signalnachverarbeitungsstufen kann z.B. eine Nachbearbeitung des Ausgangssignals des jeweiligen Summierers  $\Sigma 1$ ,  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 3$ , ...  $\Sigma 8$  erfolgen, indem z.B. der Ausgang des der jeweiligen Signalnachverarbeitungsstufe vorgeschalteten Summierers nur dann zu einer den Signalverarbeitungsstufen nachgeschalteten Verarbeitungseinheit 35 durchgeschaltet wird, wenn der der jeweiligen Signalnachverarbeitungsstufe bzw. dem jeweiligen Summierer zugeordnete Brenner nicht in Betrieb ist; wenn der jeweilige Brenner bereits in Betrieb ist, so kann die betreffende Signalnachverarbeitungsstufe z.B. anstelle des Ausgangswertes des jeweiligen Summierers einen anderen Wert als aktuelle Bewertung 40 an die Verarbeitungseinheit übergeben. Dieser Wert kann vielmehr so gewählt werden, dass die Verarbeitungseinheit 35 bereits in Betrieb befindliche Brenner erkennt und so verhindert, dass diese ei-

ne (nutzlosen) Einschaltbefehl als Befehl Z1, Z2, Z3, ...Z8 erhalten.

Die Hauptaufgabe der Verarbeitungseinheit 35 besteht darin,  
5 aus den Ausgangssignalen der Signalnachverarbeitungsstufen NV1, NV2, NV3,...NV8 diejenigen Brenner zu ermitteln, welche als nächstes mittels der Befehle Z1, Z2, Z3,...Z8 zu- oder abgeschaltet werden sollen. Ob der jeweilige Befehl Z1, Z2, Z3,...Z8 ein Ein- oder Ausschaltbefehl ist, hängt davon ab,  
10 in welchen nächsten Betriebszustand ausgehend vom aktuellen Betriebszustand der technischen Anlage übergegangen werden soll, um z.B. einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage zu erreichen. Wenn die Anlage ausgehend von einem aktuellen Betriebszustand auf einen Betriebszustand gebracht werden soll, welcher eine höhere Feuerungsleistung erfordert, so ermittelt  
15 die Verarbeitungseinheit 35 Zuschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3,...Z8 für die Brenner, um einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage zu erreichen, beispielsweise indem diejenigen Brenner zugeschaltet werden, welche in Verbindung mit den  
20 bereits zugeschalteten Brennern ein homogenes Temperaturprofil im Brennraum 15 gewährleisten.

Wird hingegen ausgehend vom aktuellen Betriebszustand ein Betriebszustand gefordert, welcher mit einer niedrigeren Feuerungsleistung erfordert, so ermittelt die Verarbeitungseinheit 35 Abschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3,...Z8 für die Brenner, so dass im Betrieb befindliche Brenner gezielt so abgeschaltet werden, dass die verbleibenden in Betrieb befindlichen Brenner einen wirtschaftlichen Betrieb der technischen Anlage gewährleisten, in dem sie beispielsweise ein homogenes Temperaturprofil in der Brennkammer erzeugen.  
30

Die Verarbeitungseinheit 35 ist also ertüchtigt, gezielt je nach Anforderung an einen nächsten Betriebszustand sowohl Zu-  
35 als auch Abschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3...Z8 zu erzeugen.

Die in FIG 1 beispielhaft erläuterte Bewertung soll nun noch zur weiteren Verdeutlichung mit konkreten Zahlenwerten für die Wertzahlen WZ1, WZ2 und WZ3 sowie für die Ausgänge der Signalvorverarbeitungsstufen VV1 und VV2 gezeigt werden.

5

Die Brenner 1 und 2 sollen zugeschaltet worden sein. Dies wird mittels der Betriebszustandswerte S1 und S2 an die Signalvorverarbeitungsstufen VV1 bzw. VV2 gemeldet. Die Signalvorverarbeitungsstufe VV1 erzeugt aus dem Betriebszustandswert S1 des Brenners 1 den Wert Eins und schaltet diesen gemäß FIG 2 auf drei der Multiplizierer 30. Der Multiplizierer 30a dient der Bewertung der beiden dem Brenner 1 benachbarten Brenner 2 und 8, der Multiplizierer 30b bzw. 30c der Bewertung der Brenner 3 und 7 bzw. 4 und 6. Der Brenner 5 wird durch den Brenner 1 nicht bzw. mit der Wertzahl Null bewertet. Die diesen drei Multiplizierern 30a, 30b, 30c als Multiplikatoren WZ1, WZ2, WZ3 zugeführten Werte seien die konstanten Werte Sechs, Drei bzw. Eins. Diese Werte entsprechen etwa dem Einfluss der zu bewertenden Brenner auf die Unsymmetrie des Flammenbildes, d.h. den Abständen des bewertenden Brenners 1 von den zu bewertenden Brennern. Der Ausgang des Multiplizierers 30a liefert folglich den Wert Sechs und führt diesen dem Summierer  $\Sigma 2$  (welcher dem Brenner 2 zugeordnet ist) und dem Summierer  $\Sigma 8$  (welcher dem Brenner 8 zugeordnet ist) zu.

Der Ausgang des Multiplizierers 30b liefert den Wert Drei, welcher auf die Summierer  $\Sigma 3$  (welcher dem dritten Brenner zugeordnet ist) und  $\Sigma 7$  (welcher dem siebten Brenner zugeordnet ist) aufgeschaltet wird.

Der Ausgang des dritten Multiplizierers 30c liefert den Wert Eins, welcher auf den Summierer  $\Sigma 4$  (welcher dem vierten Brenner zugeordnet ist) und auf den Summierer  $\Sigma 6$  (welcher dem Sechsten Brenner zugeordnet ist) geschaltet wird.

In analoger Weise soll die durch den Brenner 2 ausgelöste Bewertung der anderen Brenner erfolgen, so dass auf die Summierer  $\Sigma 1$  und  $\Sigma 3$  der Wert Sechs aufgeschaltet wird, auf die Summierer  $\Sigma 4$  und  $\Sigma 8$  der Wert Drei und auf die Summierer  $\Sigma 5$  und  $\Sigma 7$  der Wert Eins.

Als Ausgangswerte ermitteln die Summierer  $\Sigma 1$ ,  $\Sigma 2$ ,  $\Sigma 3$ ,  $\Sigma 4$ ,  $\Sigma 5$ ,  $\Sigma 6$ ,  $\Sigma 7$  und  $\Sigma 8$  durch Aufsummation die Werte Sechs, Sechs, Neun, Vier, Eins, Eins, Vier bzw. Neun. Diese Werte werden auf die entsprechend nachfolgenden Signalnachverarbeitungsstufen NV1, NV2, NV3, ... NV8 aufgeschaltet.

Bei einem nächsten zu erreichenden Betriebszustand soll eine Erhöhung der Feuerungsleistung gefordert sein, so dass durch die Verarbeitungseinheit 35 Zuschaltbefehle als Befehle Z1, Z2, Z3 ... Z8 für die Brenner derart ermittelt werden, dass die sich im nächsten Betriebszustand in Betrieb befindlichen Brenner eine gleichmäßige räumliche Verteilung im Brennraum aufweisen, um dadurch ein homogenes Temperaturprofil zu erreichen.

Da die Brenner 1 und 2 sich bereits in Betrieb befinden, schalten die Signalvorverarbeitungsstufen VV1 bzw. VV2 nicht die Ausgänge der Summierer  $\Sigma 1$  und  $\Sigma 2$  auf die Verarbeitungseinheit 35, sondern z.B. den Konstanten Wert Tausend; die Ausgänge der übrigen Summierer  $\Sigma 3$ ,  $\Sigma 4$ ,  $\Sigma 5$ , ...  $\Sigma 8$  werden durch die nachfolgenden Signalnachverarbeitungsstufen NV3, NV4, NV5, ... NV8 unverändert auf die Verarbeitungseinheit 35 aufgeschaltet.

Im vorliegenden Beispiel stehen der Verarbeitungseinheit 35 also acht Eingangssignale zur Verfügung, um die im nächsten Schritt zuzuschaltenden Brenner zu ermitteln.

Bei der beispielhaft dargestellten Wahl der Wertzahlen WZ1, WZ2 und WZ3 kann die Verarbeitungseinheit 35 nun die im nächsten Schritt zuzuschaltenden Brenner dadurch ermitteln,

14

indem sie das oder die Minima ihrer Eingangswerte ermittelt und im nächsten Schritt die jeweils zu diesen Minima zugehörigen Brenner zuschaltet; im folgenden Beispiel würde dies bedeuten, dass im nächsten Schritt die Brenner 5 und 6 zugeschaltet werden. Nach Zuschaltung von Brenner 5 und 6 befinden sich die Brenner 1, 2, 5 und 6 in Betrieb.

Durch die beschriebene Zuschaltung der Brenner 5 und 6 zu den bereits in Betrieb befindlichen Brennern 1 und 2 ist eine gleichmäßige Befeuerung des Brennraums 15 gewährleistet, da bei der räumlichen Brenneranordnung nach FIG 1 auf diese Weise bezüglich des Mittelpunkts des Brennraums 15 gegenüberliegende Brennerpaare betrieben werden, was zu einer gleichmäßigen Befeuerung des Brennraums 15 und damit zu einem wirtschaftlichen Betrieb der technischen Anlage führt.

Das in FIG 1 dargestellte Prinzip der Bewertung kann leicht verallgemeinert werden: Man wählt einen bestimmten Brenner als Bezugsbrenner und definiert zu diesem ein erstes, ein zweites und ein drittes Nachbarbrennerpaar. Zum Brenner 3 ist das so definierte erste Nachbarbrennerpaar das durch die Brenner 2 und 4 gebildete Brennerpaar, das zweite Brennerpaar das durch die Brenner 5 und 1 gebildete Brennerpaar und das dritte Nachbarbrennerpaar das durch die Brenner 6 und 8 gebildete Brennerpaar.

Geht nun der Brenner 3 in Betrieb, so löst beispielsweise er eine Bewertung der Brenner 2 und 4 mit dem Wert Sechs, eine Bewertung der Brenner 5 und 1 mit dem Wert Drei und eine Bewertung der Brenner 6 und 8 mit dem Wert Eins aus. Geht nun ein anderer Brenner in Betrieb, so wählt man diesen als Bezugsbrenner und bildet in analoger Weise ein weiteres erstes, ein weiteres zweites und ein weiteres drittes Nachbarbrennerpaar.

35

In FIG 2 ist schematisch ein Steuerungssystem 1 dargestellt, wobei ein Betätigungslogikbaustein 5 des Steuerungssystems 1 der Recheneinheit 20 aus FIG 1 entsprechen kann.

5 Innerhalb des Betätigungslogikbausteins 5 werden Befehle Z1,Z2,Z3,...Z8 ermittelt, mittels welcher in einem nächsten Schritt bestimmte Komponenten der technischen Anlage zu- und/oder abgeschaltet werden sollen.

10 Der Betätigungslogikbaustein 5 umfasst dazu einen Befehlslogikbaustein 10, sowie Signalvorverarbeitungsstufen VV1,VV2,VV3,...VV8. Die Funktion des Betätigungslogikbausteins 5 kann dabei der Beschreibung zu FIG 1 entnommen werden (siehe dort Recheneinheit 20).

15

Das Steuerungssystem 1 umfasst weiterhin einen Vorwahllogikbaustein 15 zur Erzeugung von Initialisierungswerten I1,I2,I3,...I8. Die Initialisierungswerte wirken dabei auf Summierer innerhalb des Befehlslogikbausteins 10 ein, mittels  
20 welchem die Wertzahlen jeder Komponente addiert werden.

Mittels der Initialisierungswerte I1,I2,I3,...I8 kann folglich auf die summierte Wertzahl einer oder mehrerer Komponenten der technischen Anlage eingewirkt und dadurch auf die Ermittlung der Befehle Z1,Z2,Z3,...Z8 Einfluss genommen werden.  
25 Dadurch ist es insbesondere möglich, ausgehend von einem Betriebszustand der Komponenten, aus welchem zur Erreichung eines gewünschten Betriebszustand mehrere gleichwertige Alternativen existieren, einen oder mehrere eindeutige Befehle  
30 Z1,Z2,Z3,...Z8 zu erzeugen.

Mittels einer Befehlseingabe 20 des Vorwahllogikbausteins 15 können bestimmte Komponenten der technischen Anlage manuell angesprochen und jeweils zugeordnete Initialisierungswerte  
35 I1,I2,I3,...I8 manuell gesetzt werden. Realisiert werden kann dies beispielsweise durch Vorgabe eines festen konstanten Werts als Befehlseingabe 20, welcher als Initialisierungswert

zur aufsummierten Wertzahl der angesprochenen Komponente addiert wird.

Außer der genannten manuellen Erzeugung der Initialisierungswerte I1,I2,I3,...I8 kann deren Ermittlung aufgrund von Betriebskriterien B1,B2,B3,...B8 erfolgen, welche von einem vorgeschalteten Betriebskriterienlogikbaustein 25 ermittelt werden.

Derartige Betriebskriterien B1,B2,B3,...B8 können Informationen über bereits geleistete Betriebsstunden der Komponenten umfassen, so dass die Initialisierungswerte I1,I2,I3,...I8 der betreffenden Komponenten abhängig von diesen Betriebskriterien B1,B2,B3,...B8 ermittelt werden. Beispielsweise wird einer Komponente ein zahlenmäßig hoher Initialisierungswert zugeordnet, wenn das entsprechende Betriebskriterium einen hohen Wert aufweist.

Der Betriebskriterienlogikbaustein 25 umfasst weiterhin Eingänge zur Erfassung von Rücksetzbefehlen 30 und Bereitschaftssignalen 35.

Mittels der Rücksetzbefehle 30 können die Betriebskriterien B1,B2,B3,...B8 beeinflusst werden. Beispielsweise wird mittels der Rücksetzbefehle 30 ein Betriebsstundenzähler einer oder mehrerer Komponenten manuell zurückgesetzt und damit das entsprechende Betriebskriterium ebenfalls zurückgesetzt.

Die Betriebskriterien B1,B2,B3,...B8 können auch Informationen über die Verfügbarkeit der Komponenten umfassen. Dazu werden Bereitschaftssignale 35 ausgewertet, welche Aufschluss drüber geben, ob eine oder mehrere Komponenten betriebsbereit sind. Z.B. wird mittels der Bereitschaftssignale 35 die Nicht-Verfügbarkeit einer Komponente gemeldet. Daraufhin setzt der Betriebskriterienlogikbaustein 25 das dieser Komponente zugeordnete Betriebskriterium auf einen entsprechenden Wert, so dass der nachgeschaltete Vorwahllogikbaustein 15



17

mittels dieser Information eine sinnvolle Ermittlung der Initialisierungswerte I1,I2,I3,...I8 vornehmen kann.

5 Eine Schaltlogik 40 des Steuerungssystems 1 dient zur Ermittlung von Zuschaltbefehlen 50 und Abschaltbefehlen 55 für Anlagenkomponenten, um auf geänderte Betriebsbedingungen der technischen Anlage, welche beispielsweise als neue Leistungsvorgabe vorgegeben werden, zu reagieren.

10 Eine Betriebsbedingung wird als Sollwertvorgabe 45 auf die Schaltlogik 40 geschaltet. Des Weiteren erhält die Schaltlogik 40 Betriebszustandswerte S1,S2,S3,...S8, welche Informationen über den aktuellen Betriebszustand der Komponenten umfassen. Die Betriebszustandswerte umfassen dabei mindestens  
15 Informationen darüber, welche Komponenten sich aktuell in Betrieb befinden.

Wird nun eine neue Betriebsbedingung mittels der Sollwertvorgabe 45 an die Schaltlogik 40 übermittelt, so kann diese aufgrund der Kenntnis der Betriebszustandswerte S1,S2,S3,...S8  
20 feststellen, welche Zuschaltbefehle 50 und/oder Abschaltbefehle 55 gegeben werden müssen, um den neuen vorgegebenen Betriebszustand gemäß der Sollwertvorgabe 45 zu erreichen.

25

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer mehrere Komponenten umfassenden technischen Anlage, insbesondere einer Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie,  
5 wobei während des Betriebs der technischen Anlage jede Komponente, die in oder außer Betrieb geht, eine Bewertung mindestens einer anderen Komponente mit einer Wertzahl auslöst, die Wertzahlen jeder Komponente aufsummiert werden und aus den aufsummierten Wertzahlen diejenigen Komponenten ermittelt werden, welche als nächstes zu- oder abzuschalten sind,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass mindestens einer Komponente mindestens ein Initialisierungswert (I1,I2,I3...I8) zugeordnet und dieser Initialisierungswert (I1,I2,I3...I8) zu den aufsummierten Wertzahlen der Komponente addiert wird.  
15
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass mindestens einer Komponente mindestens ein Betriebskriterium (B1,B2,B3...B8) zugeordnet wird und dieses Betriebskriterium (B1,B2,B3...B8) den Initialisierungswert (I1,I2,I3...I8) der Komponente beeinflusst.  
25
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass aufgrund von Betriebszustandswerten (S1,S2,S3...S8) der Komponenten und mindestens einer Sollwertvorgabe (45) ein  
30 Zu- (50) und/oder Abschaltbefehl (55) für mindestens eine Komponente erteilt wird.
4. Steuerungssystem (1) zum Betrieb einer mehrere Komponenten umfassenden technischen Anlage, insbesondere einer  
35 Verbrennungsanlage zum Erzeugen von elektrischer Energie, wobei während des Betriebs der technischen Anlage jede Komponente, die in oder außer Betrieb geht, eine Bewertung

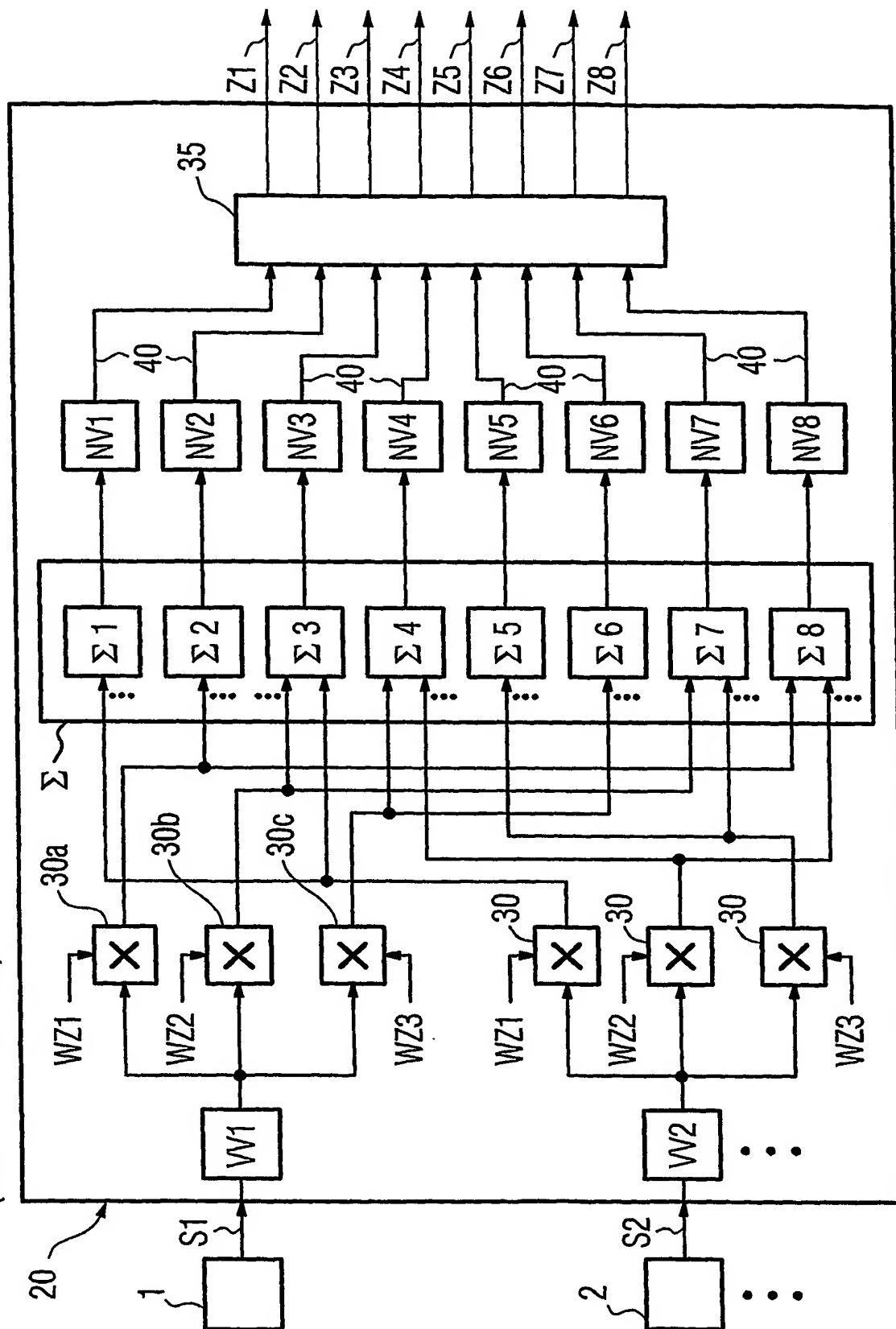
mindestens einer anderen Komponente mit einer Wertzahl auslöst, die Wertzahlen jeder Komponente aufsummiert werden und aus den aufsummierten Wertzahlen diejenigen Komponenten ermittelt werden, welche als nächstes zu- oder abzuschalten sind, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
5 mindestens einen Betätigungslogikbaustein (15), mittels welchem mindestens einer Komponente mindestens ein Initialisierungswert (I1,I2,I3...I8) zugeordnet und dieser Initialisierungswert (I1,I2,I3...I8) zu den aufsummierten  
10 Wertzahlen der Komponente addiert werden kann.

5. Steuerungssystem (1) nach Anspruch 4,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
mindestens einen Betriebskriterienlogikbaustein (25), mit-  
15 tels welchem mindestens einer Komponente mindestens ein Betriebskriterium (B1,B2,B3...B8) zugeordnet wird und dieses Betriebskriterium (B1,B2,B3...B8) den Initialisierungswert (I1,I2,I3...I8) der Komponente beeinflusst.

20 6. Steuerungssystem (1) nach einem der Ansprüche 4 oder 5,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
mindestens eine Schaltlogik (40), mittels welcher aufgrund von Betriebszustandswerten (S1,S2,S3...S8) der Komponenten und mindestens einer Sollwertvorgabe (45) ein Zu- (50)  
25 und/oder Abschaltbefehl (55) für mindestens eine Komponente erteilbar ist.

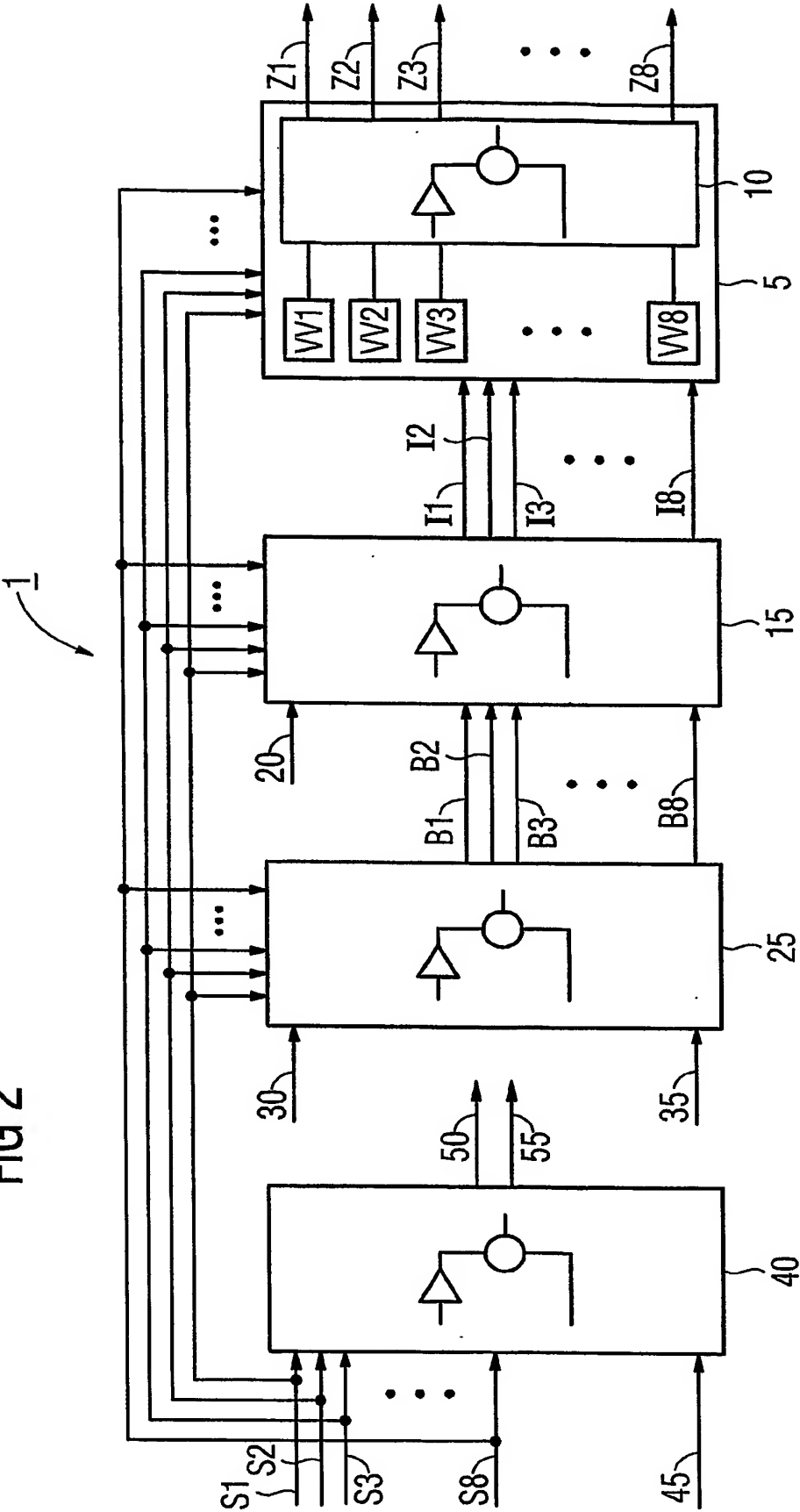
FIG 1

(Stand der Technik)



2/2

FIG 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13515

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G05B19/042

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B F23N H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02 052199 A (SIEMENS AG ;SCHLICKER STEFAN (DE); SCHREIBER ROLAND (DE)) 4 July 2002 (2002-07-04) cited in the application the whole document	1-6
Y	DE 197 44 230 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 April 1999 (1999-04-08) column 1, line 19 -column 5, line 10; figures 1-4	1-6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 155 (M-589), 20 May 1987 (1987-05-20) & JP 61 285314 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 16 December 1986 (1986-12-16) abstract	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2004

Date of mailing of the international search report

18/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Prokopiou, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/13515

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02052199	A	04-07-2002	EP 1217300 A1	26-06-2002
			WO 02052199 A1	04-07-2002
			EP 1344001 A1	17-09-2003
DE 19744230	A	08-04-1999	DE 19744230 A1	08-04-1999
			FR 2771193 A1	21-05-1999
			IT 1302575 B1	29-09-2000
			JP 11191002 A	13-07-1999
			US 2002123828 A1	05-09-2002
JP 61285314	A	16-12-1986	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/13515

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G05B19/042

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G05B F23N H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 02 052199 A (SIEMENS AG ; SCHLICHER STEFAN (DE); SCHREIBER ROLAND (DE)) 4. Juli 2002 (2002-07-04) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-6
Y	DE 197 44 230 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. April 1999 (1999-04-08) Spalte 1, Zeile 19 -Spalte 5, Zeile 10; Abbildungen 1-4 ---	1-6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 155 (M-589), 20. Mai 1987 (1987-05-20) & JP 61 285314 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 16. Dezember 1986 (1986-12-16) Zusammenfassung -----	1-6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. März 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Prokopiou, P



# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/13515

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 02052199	A	04-07-2002	EP	1217300 A1	26-06-2002
			WO	02052199 A1	04-07-2002
			EP	1344001 A1	17-09-2003
DE 19744230	A	08-04-1999	DE	19744230 A1	08-04-1999
			FR	2771193 A1	21-05-1999
			IT	1302575 B1	29-09-2000
			JP	11191002 A	13-07-1999
			US	2002123828 A1	05-09-2002
JP 61285314	A	16-12-1986	KEINE		